

ИЗВЕРЖЕНИЕ ВУЛКАНА КАРЫМСКИЙ В 1996-2009 ГГ. И КРАТЕРА ТОКАРЕВА В 1996 Г. (ТИПЫ ИЗВЕРЖЕНИЙ, ДИНАМИКА, ОБЪЕМЫ, ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ)

В.И. Андреев

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский,
e-mail: via@kscnet.ru

Извержение Карымского вулкана, последовавшее после четырнадцатилетнего перерыва, произошло почти одновременно с фреато-магматическим извержением со дна Карымского озера в кальдере Академии Наук 02.01.1996 г. Подводное извержение, продолжавшееся в течение одних суток, было уникальным по грандиозным подводным взрывам и по ряду параметров, в частности, по интенсивному воздействию на окружающую среду, проявившемуся местами на расстоянии в десятки километров от центра извержения и продолжавшемуся в течение нескольких лет после окончания этого извержения. В сообщении отмечены наиболее заметные явления, обусловленные обоими извержениями или одним из них, а также сопутствующей этим явлениям сеймотектонической активизацией. Некоторые изменения природной среды, вызванные извержениями и сеймотектонической активизацией, представляют, очевидно, не только научный, но и практический интерес.

Особенности распределения подвижного вулканогенного материала фреато-магматического извержения. Лахары. Во время фреато-магматического извержения в кальдере Академии Наук 02.01.96 г объем изверженных пород составил не менее $40 \times 10^6 \text{ м}^3$ [Федотов, 1997]. В северном секторе Карымского озера, в результате извержения сформировался полуостров Новогодний, примыкающий к центру извержения - кратеру Токарева, южная половина кромки которого находится под водой, а северная - образует подковообразный залив со слабо возвышающимся берегом. Извержение сопровождалось мощными базисными волнами и лахаром, прошедшим по реке Карымской от истока до устья ~ 30 км. В 3 км ниже истока, в южном секторе кальдеры вулкана Карымский мощность движущегося лахара – водного потока, нагруженного взвесью вулканогенно-осадочных пород, превышала 3 м.

Сформировавшийся во время извержения полуостров Новогодний перекрыл исток вытекающей из Карымского озера реки Карымской, вследствие чего уровень воды озера стал подниматься со скоростью нескольких сантиметров в сутки, а русло реки на протяжении 3 км вниз от истока пересохло. 11.05.1996 г. над перекрытым в истоке руслом реки возник небольшой ручеек, контролируемый трещиной субмеридианального направления. В течение трех дней его расход был в пределах 10 л/сек, затем, 15.05.1996 г. в 13 ч. местного времени, расход ручейка резко возрос и, спустя 3 часа, достиг 10-12 м³/сек, после чего возник следующий мощный лахар. Еще через 5-7 ч. расход реки Карымской в истоке составлял уже не менее 300 м³/сек. В течение следующего дня уровень озера, средний диаметр которого составляет 4 км, понизился на 2 м., а в последующие 5 дней ещё на 2, 3 м. В 3-4 км ниже истока реки Карымской, в южном секторе кальдеры Карымской, в котловине, ограниченной ниже по течению сужением долины – прижимом, уровень воды поднялся более чем на 5 м. и медленно опускался в течение недели. Через месяц расход в истоке реки Карымской был в 2-3 раза больше обычного в это время года и составлял 4-6 м³/сек.

Прорыв естественной плотины в истоке реки Карымской обнажил разрез рыхлых отложений фреато-магматического извержения мощностью до 6 м. Характерная особенность пород разреза - дефицит тонких, менее 0,3 мм, фракций. В пеплах современных наземных извержений, в том числе вулкана Карымский, доля тонких фракций составляет не менее 50 %, [Иванов, 1970], а в пепле кратера Токарева тонких фракций значительно меньше ~ 25 %. [Андреев и др., 2003].

По [Федотов, 1997] извержение в кальдере Академии Наук близко к суртсейскому типу. Очевидно, при таких извержениях значительная часть тонкого материала задерживается в воде.

В 3-4 км ниже истока реки Карымской, в северном секторе кальдеры Карымской на площади (800 x 400 м) после схода майского лахара остался слой вязких отложений мощностью около 1 м. и многочисленные обломки легкой пористой пемзы, имеющие форму гальки и валунов размером до 1 м. Объем взвеси, принесенной в Карымскую кальдеру майским лахаром,

составил не менее 1 млн. м³. Литификация отложений лахара продолжалась, и осенью 2007 г. в районе Карымских источников ~ в 3^x км ниже истока реки Карымской мощность отложений лахара не превышала 0,3 м. Большая часть взвеси была унесена дальше, вниз по течению. На пологих участках долины отлагались значительные объемы осадков, и изменялось положение русла реки.

В июле 2000 г., в приустьевой части положение русла реки существенно изменилось, по сравнению с показанным на топографической карте масштаба 1:100000. Река спрямила русло, а лиман, обозначенный на карте, превратился в протяженный залив. На левом берегу, в 300 м выше устья, образовался вал высотой до 4 метров и протяженностью ~ 150 м, с обрывистым южным, обращенным к реке, склоном. На момент наблюдений этот обрывистый склон был весьма неустойчив и обваливался в воду при подходе к нему. В обрыве, в 1,2 м выше уреза воды, обнажился слой фирна мощностью в 0,4 и протяженностью в 4 м. На поверхности вала находились хорошо окатанные пемзовые валуны и галька, размером до 0,1 м. Вал представлял собой отложения лахаров, а линза фирна, - остатки захороненного в 1996 г. снежника, медленно тающего в течение 4 лет и всё это время являвшегося границей раздела между первым январским и вторым майским лахарами. Общее количество подвижного материала, преимущественно взвеси, вынесенной январским и майским лахарами, по нашей оценке, составило ~ 10 x 10⁶ м³. В значительной мере в эту взвесь ушел тонкий пепел, отсутствующий в разрезах и на поверхности полуострова Новогоднего. Его отложение в долине реки Карымской определялось скоростью водного потока и конфигурацией ложа долины.

Активное преобразование рельефа в устье р. Карымской продолжалось, и в 2002 г вал на левом берегу в приустьевой части р. Карымской стал на 2,5 м ниже и положе, линза льда растаяла. Значительная часть тонкого материала была вынесена в океан и образовала, (или нарастила) прибрежную отмель – банку. Часть минеральной нагрузки была растворена в водах лахаров, а после их схода - в водах реки.. Данные для оценки: средний расход на отметке 597 м 5 м³/сек, минерализация в этом месте [Вакин и др., 1998] ~ 1,3 г/л, отсюда следует, что за 5 лет (с 1996 по 2000 гг.) было вынесено в море ~ 1000000т. растворенных в воде компонентов. В последующие годы темп выноса минеральной составляющей уменьшился приблизительно на порядок.

По визуальным наблюдениям и сейсмической активности выделяются два эруптивных цикла извержения Карымского вулкана, начавшегося 2.01.1996 г.. Первый эруптивный цикл, начавшийся 02.01.96 г., продолжался до середины 2000 г. Этот цикл характеризовался высокой сейсмической активностью - до 600, иногда больше эксплозий в сутки, и периодически изливавшимися эффузивными потоками, сформировавшими на юго-западном склоне вулкана слоистую толщу объемом порядка 10 млн. м³, спустившуюся до отметок ~ 850 м. Расход при излиянии лавовых потоков не превышал 0,5 м³/сек, обычно первые десятки м³/сек. [Муравьев и др. 1997].

В перерыве между эруптивными циклами, с середины 2000 г. до конца 2001 г. на вулкане происходила лишь слабая фумарольная деятельность, с редкими незначительными выбросами пепла.

Второй эруптивный цикл, начавшийся 10.05.2002 г., сопровождался активизацией эксплозий, заметным увеличением вязкости изверженного материала и спадом эффузивной деятельности. Последний, из зафиксированных до конца 2008 г., эффузивный поток излился на южный склон вулкана в конце 2003 г. Этот поток, объемом в пределах 1 млн. м³ отличался высокой вязкостью и отсутствием литоидного тела, характерного для предыдущих эффузивных потоков этого извержения. В последующие годы неоднократно происходило извержение пирокластических потоков объемом в первые десятки тысяч м³. В первой половине апреля 2005г. на юго-западный склон вулкана извергся пирокластический поток объемом порядка 100000 м³.

В конце лета 2005 г в кратере Карымского вулкана стал расти экструзивный купол, достигший к концу октября того же года объема 3,6 млн. м³. В конце 2005 – начале 2006 гг купол был выброшен мощной эксплозией, раздробившей и рассеявшей слагавший его материал. По нашим наблюдениям, в июле 2006 г в южном секторе вулкана мощность пепла была на порядок больше обычной, (до 5 см) и расход реки Карымской в её истоке возрос втрое, по сравнению с обычным в это время года (до 5,5 м³/сек) [Андреев и др., 2007].

Обычно за год в радиусе 3,5 км от вулкана выпадало 3-10 ~ в среднем -6 кг/м³ пепла, что при среднем объемном весе пепла 1,5 г/см² соответствует мощности порядка 0,6 см.

Следует отметить, что, например, в 1996 –1997 гг. и в 2005-2006 гг. пепла извергалось на порядок больше среднего за время описываемого извержения, а в 2000 г. был перерыв без пепла.

По нашим приблизительным оценкам общий объем лавовых потоков Карымского вулкана с 1996 по 2008 гг. составил около 20 млн. м³, объем пирокластики за этот же период с учетом периодических наблюдений и коэффициента эксплозивности = 80 % [Влодавец, 1984] – порядка 80 млн. м³. Типы извержений Карымского вулкана последнего (и всех предыдущих, документально наблюдаемых с 18 по 20 века)– вулканский, стромболианский.

Систематические измерения высоты Карымского вулкана и сравнение данных, полученных с 1970 по настоящее время (2008 г.) с представлениями ряда исследователей о взаимосвязи изменения внешних признаков и внутреннего строения некоторых вулканов Мира, позволили выявить существенную особенность извержений кратера Токарева и вулкана Карымского в 1996-2008 гг.

Синхронно с извержением и увеличением высоты и соответственно объема вулканической постройки происходит проседание преимущественно прикратерной зоны, частично компенсирующее накопление изверженного материала. Объем этой компенсации за 10 лет активного извержения Карымского вулкана в 1970 – 1980 гг., соизмерим с объемом его постройки, а при последнем извержении активизирован подводным извержением [Андреев, Магуськин, 2009].

Следует обратить внимание на то, что при увеличении вязкости магмы, происходящем в процессе извержения, в кратере вулкана может сформироваться купол, подобный описанному нами и предыдущими исследователями на заключительных стадиях прошлых извержений [Иванов, 1970]. Выделяющиеся вулканические газы вызывают метасоматическое преобразование вмещающих пород, особенно рыхлых. Это приводит к закупорке трещин, каналов выхода газа и усиливает герметизацию “пробки”, закрывающей канал вулкана. При активной вулканической деятельности, сопровождающейся постоянной продувкой и “прочисткой” жерла вулкана, образование такой пробки затруднено. Плавное ослабление вулканической деятельности, сопровождающееся умеренным выделением вулканического газа обуславливает закупорку вулканического канала, что повышает давления под пробкой и вызывает сравнительно сильные эксплозии. Очевидно, подобная эксплозия образовала пирокластический поток в апреле 2005 г., а более мощная раздробила и выбросила экструзивный купол в конце того же года. Таким образом, при ослаблении вулканической активности площадь зоны поражения может значительно увеличиться, что, безусловно, имеет прямое отношение к оценке опасности вулкана при видимом ослаблении и даже затухании его деятельности.

Оползни, обвалы. Во время извержения и после его окончания в кальдере Академии Наук с начала 1996 г. в радиусе ~ 10 км от центра извержения, на площади ~ 200 км² активизировались оползни и обвалы на крутых (20-30⁰) склонах долин и распадков, занимающих ~ 10% исследованной территории. Эти обрушения захватили около 10% сравнительно крутых склонов. Обрушения (большой частью оползни) захватывали кустарниковую и травянистую растительность и вместе с подстилающим грунтом и смещали её вниз по склону на расстояние до нескольких десятков метров. Иногда оползни сопровождалась камнепадами и обвалами. Размеры оползней составляли первые сотни м², мощность ~ 0,5-1,0 м, объём до 100 м³, смещение по высоте - в пределах 100 м, на склонах кальдер немного больше. Первые оползни и обвалы были зафиксированы в начале извержения в январе 1996 г, и, возможно, предвещали его. В апреле того же года обрушения заметно усилились и достигли максимальной активизации в мае-июне 1996 г., т. е. через четыре месяца после максимума сейсмической активизации [Гордеев и др., 1998]. Обрушения рыхлых почвенно-пирокластических образований на склонах продолжались в течение нескольких последующих лет. В холодное время года их практически не было. С началом теплого времени они возобновлялись, достигая максимумов в июне-июле. За 5 лет, прошедших с начала извержения, общий объём материала, смещенного вниз по склонам, составил более 500 м³.

Главный практический вывод: смещения грунтов на склонах могут продолжаться после сейсмотектонического события продолжительное время, и представляют реальную опасность в течение нескольких лет [Андреев и др., 2003].



Купол объемом 3,6 млн. м³ в кратере Карымского вулкана. Конец октября 2005 г. Снимок А.Ю. Озерова.



Кратер Карымского вулкана. Диаметр ~ 200 м. Начало 2006 г. Снимок А.Ю. Озерова.

Список литературы

Андреев В.И., Карпов Г.А., Магуськин М.А. и др. О влиянии извержений в кальдере Академии наук и вулкана Карымский 1996-2000 гг. на окружающую среду (рельф, водоемы, растительность) // Вестник Краунц. Науки о Земле. 2003. № 1 С. 60-74

Андреев В.И., Озеров А.Ю., Сеников С.Л. и др. Эруптивная активность вулкана Карымский в 2005 –2006 гг. (краткое сообщение) // Материалы конференции, посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский, 2007. С. 337-346.

Андреев В.И., Магуськин М.А. Вариации высоты действующего вулкана Карымский в период 1971 – 2007 гг.(причины, следствия, аналоги) // Вулканология и сейсмология, 2009. № 2 С. 1-9.

Вакин Е.А., Пилипенко Г.Ф. Гидротермы Карымского озера после подводного извержения 1996 г. // Вулканология и сейсмология, 1998. № 2. С. 3 – 28.

Влодавец В. И. Справочник по вулканологии, М.: Наука, 1984. 337 с.

Гордеев Е.И., Дрознин Д.В., Касахара М. и др. Сейсмические явления, связанные с извержениями вулканов Карымский и в кальдере Академии Наук // Вулканология и сейсмология, 1998. № 2. С. 28-48.

Муравьев Я.Д., Федотов С.А. Будников В.А. и др. Вулканическая деятельность в Карымском центре в 1996 г.: вершинное извержение Карымского вулкана и фреато-магматическое извержение в кальдере Академии Наук // Вулканология и сейсмология, 1997. № 5. С. 38-71.

Иванов Б.В. Извержение Карымского вулкана в 1962-1965 гг. и вулканы Карымской группы. М.: Наука, 1970. 134 с.

Федотов С.А. Об извержениях в кальдере Академии Наук и Карымского вулкана на Камчатке в 1996 г., их изучении и механизме // Вулканология и сейсмология, 1997. № 5.С. 3-38.